

УДК 630*532

В.А. Усольцев, О.А. Петелина, Л.И. Аткина, О.А. Крапивина
(Уральский государственный лесотехнический университет)**ФИТОМАССА ЕСТЕСТВЕННЫХ СОСНЯКОВ СЕВЕРНОЙ
ЕВРАЗИИ: БАЗА ДАННЫХ И ГЕОГРАФИЯ**

Сформирован банк данных о фитомассе естественных сосняков из 1220 определений на территории от Франции до Японии, по которым рассчитаны системы рекурсивных уравнений как для массообразующих показателей, так и для фитомассы насаждений, дифференцированные по 31 региону Северной Евразии. По каждому приведены показатели запасов фитомассы. Подтверждено наличие профиля продуктивности по широтному градиенту и впервые на фактическом материале выявлена связь запасов фитомассы с индексом континентальности климата по провинциальному градиенту, характеризуемая коэффициентами детерминации уравнений 0,56-0,57.

Независимо от исхода кризиса Киотских соглашений по снижению выбросов парниковых газов и выяснения перспектив компенсации последних лесными экосистемами (Иноземцев, 2002) проблема создания международной базы экологических данных, в том числе о фитомассе лесов, остается по-прежнему актуальной. Подобная база дает количественную основу для моделирования региональных и глобальных экологических ситуаций и для географического анализа фитомассы лесов и депонируемого ею углерода. Опубликованные сводки о фитомассе лесов далеко не полны и нуждаются в актуализации и пополнении экспериментальными данными текущих исследований.

В нашей работе предпринята первая попытка установления географических закономерностей распределения фитомассы естественных сосняков в пределах Северной Евразии на основе сформированной базы данных. Это наиболее полная на сегодня сводка, сопровождаемая лесотипологической и таксационной характеристиками насаждений и включающая в себя 1220 определений, в том числе: 1199 - для сосны обыкновенной *P. sylvestris* L. (провинции Средне-Европейская, Причерноморская, Скандинавско-Русская, Восток Русской равнины, Уральская, Западно-Сибирская, Средне-Сибирская, Восточно-Сибирская, Забайкальская, Алтае-Саянская), 11 - для сосны черной *P. nigra* Arn. (Средне-Европейская провинция), 2 - для сосны приморской *P. pinaster* (Sol.) Ait. (Средне-Европейская провинция); 5 - для сосны крочковатой *P. hamata* D. Sosn. (Причерноморская провинция) и 3 - для сосны густоцветной *P. densiflora* S. et Z. (Япония).

Большая часть представленного материала относится к территории бывшего СССР. Несмотря на некоторые методические неопределенности и

несоответствия, связанные с тем, что фитомасса определялась специалистами разных научных областей соответственно с разными, специфичными для каждой из них целями, получен достаточно большой объем фактической информации о фитомассе лесов, чтобы применить математические методы анализа и получить статистически достоверные результаты по географии фитомассы лесов Северной Евразии.

При географическом анализе фитомассы применен метод расчета рекурсивных систем уравнений с блоковыми фиктивными переменными (Дрейпер, Смит, 1973). После нанесения экспериментальных данных на схему зонально-провинциального деления Северной Евразии (Базилевич, Родин, 1967; Курнаев, 1973; Смагин и др., 1978) с некоторой нашей модификацией (Усольцев, Грибенников, 2001) они распределены по 28 регионам (рис. 1), из которых в подзоне широколиственных лесов Средне-Европейской провинции выделены и закодированы отдельно три вида сосен: обыкновенная, приморская и черная и в Причерноморской провинции два вида: крючковатая и обыкновенная сосны. Схема кодировки регионов и некоторых видов сосен в пределах последних блоковыми фиктивными переменными (X_0, \dots, X_{30}) дана в табл. 1.

Поскольку совокупность показателей биопродуктивности в пределах региона сильно варьирует в связи с различиями возраста, добротности произрастания и морфологии полога, для обеспечения корректности сопоставлений анализируются не обезличенные совокупности наблюдений, а многофакторные уравнения вида, объясняющие изменчивость переводных коэффициентов фитомассы в пределах региона посредством включенных в них переменных и дополненные блоками фиктивных переменных (X_0, \dots, X_{30}) (см. табл. 1).

За исходный (нулевой) принят уровень продуктивности сосны обыкновенной Средне-Европейской провинции. Каждый из остальных 30 регионов имеет в блоке одну единицу. По стандартной программе рассчитаны уравнения

$$\ln (P_i/M) \text{ или } \ln P_i = f(X_0, \dots, X_{30}, \ln A, \ln H, \ln D, \ln N, \ln M), \quad (1)$$

где P_i - фитомасса в абсолютно сухом состоянии стволов с корой, коры стволов, скелета ветвей, хвои, корней и нижних ярусов растительности (соответственно $P_S, P_{SB}, P_B, P_F, P_R$ и P_U), т/га; M - запас стволовой древесины, м³/га; A - возраст древостоя, лет; H - средняя высота деревьев, м; D - средний диаметр, см и N - число стволов, тыс.экз/га.

Результаты расчета уравнений (табл. 2) подтверждают их высокую адекватность фактическим данным ($R^2 = 63-98\%$), а графики остатков (рис. 2) свидетельствуют об отсутствии корреляции последних.

Система уравнений (1) далее совмещена с возрастными трендами массообразующих показателей и запасов стволовой древесины. Известно,

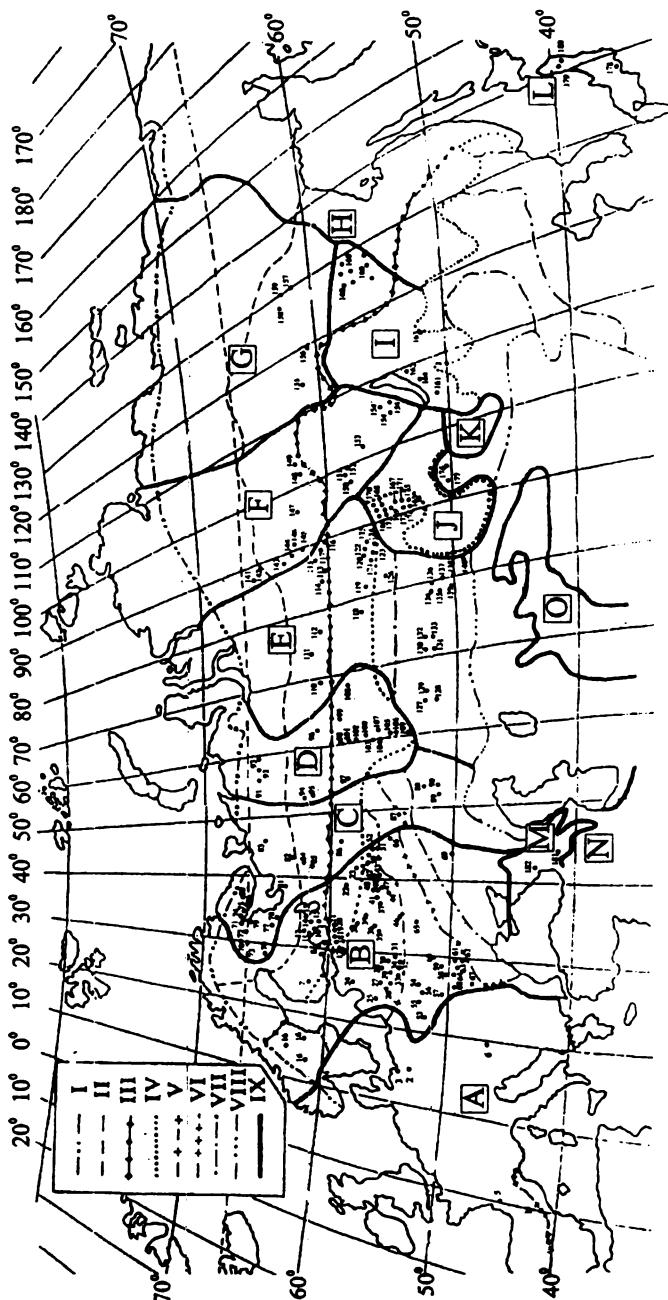


Рис. 1. География экспериментальных данных о фитомассе естественных сосняков: I – южная граница тундры; II – южная граница полгоны северной тайги; III – южная граница полгоны средней тайги; IV – южная граница полгоны южной тайги; V – южная граница хвойно-широколиственных лесов; VI – южная граница широколиственных лесов; VII – южная граница лесостепи; VIII – южная граница степи (Базилевич, Ролда, 1967); IX – Границы лесостепей провинции. Выделены провинции (Курчева, 1973; Смагин и др., 1978; Коротков, 1978): А – Среднеазиатская; В – Североазиатско-Русская (включая юг Русской равнины); С – Восток Русской равнины (включая Западно-Казахстанскую провинцию на юге); D – Уральская; E – Западно-Сибирская (включая юг Русской равнины); F – Восточно-Сибирская; G – Восточно-Сибирская; H – Дальний Восток; I – Забайкальская горная; J – Алтай-Саянская горная; K – Центрально-Хангайская; L – Японские острова; M – Причерноморская; O – Памиро-Тяньшаньская. Каждый год на схеме соответствует одной или нескольким территориально-областным пробным площадям, а ее номер – позиции в базе данных.

Таблица 2

Характеристика уравнений (1) для естественных сосняков

Зависимые переменные	Константы и независимые переменные уравнений (1)											
	a_0	$a_1 X_1$	$a_2 X_2$	$a_3 X_3$	$a_4 X_4$	$a_5 X_5$	$a_6 X_6$	$a_7 X_7$	$a_8 X_8$	$a_9 X_9$	$a_{10} X_{10}$	
$\ln(P_s)$, т/га	-1,1267	0,3415	-0,1127	0,0101	-0,0102	-0,0625	-0,0047	-0,0908	-0,0381	-0,4539	-0,0983	
$\ln(P_{sp})$, т/га	-0,7539	0,3142	0,0836	0,0836	-0,1515	-0,1239	-0,1192	-0,1192	-0,1660	-0,2234	-0,2234	
$\ln(P_{p/M})$, т/м ³	1,2246	0,5621	0,0681	0,0120	0,2995	-0,0696	0,0297	-0,7377	-0,0256	0,1049	0,1444	
$\ln(P_{p/M})$, т/м ³	-0,2268	-0,1778	-0,0852	-0,2596	-0,3199	-0,1851	-0,3000	-1,1384	-0,2783	-0,3806	-0,2150	
$\ln(P_{p/M})$, т/м ³	-2,3002	-0,0787	-0,6894	-0,6894	-0,5795	-0,3617	-0,4047	-0,8938	-0,7207	-1,1667	-0,5269	
$\ln(P_{p/M})$, т/м ³	1,1335	1,1213	1,1213	1,1213	1,1197	1,2264	0,4088	1,0176	1,0176	0,4377	-0,2917	
Константы и независимые переменные уравнений (1)												
$a_{11} X_{11}$	$a_{12} X_{12}$	$a_{13} X_{13}$	$a_{14} X_{14}$	$a_{15} X_{15}$	$a_{16} X_{16}$	$a_{17} X_{17}$	$a_{18} X_{18}$	$a_{19} X_{19}$	$a_{20} X_{20}$			
-0,0983	-0,0976	-0,0976	-0,1337	-0,1369	-0,1794	-0,0098	-0,1378	-0,0654	-0,0561			
0,1058	0,1058	0,1058	-0,0246	-0,3775	0,1121	-0,5076	0,0791	0,0163	0,0581			
-0,0922	0,3272	0,4515	0,2975	0,0254	0,3026	-0,0104	0,1122	0,0308	0,0105			
-0,2150	-0,3333	-0,3333	-0,4265	-0,2304	-0,7759	-0,1888	-0,4841	-0,4076	-0,3508			
-1,5156	-0,7657	-0,3446	-0,4234	-0,4706	-1,0398	-0,3544	-0,5476	-0,6377	-0,6198			
-0,2916	1,3757	1,3757	1,1971	0,3785	-0,4616	0,3899	-0,9157	-1,3698	0,2765			
Константы и независимые переменные уравнений (1)												
$a_{21} X_{21}$	$a_{22} X_{22}$	$a_{23} X_{23}$	$a_{24} X_{24}$	$a_{25} X_{25}$	$a_{26} X_{26}$	$a_{27} X_{27}$	$a_{28} X_{28}$	$a_{29} X_{29}$	$a_{30} X_{30}$			
-0,0249	-0,1897	-0,1234	0,1546	-0,2214	-0,1542	-0,1029	0,0229	0,3392	-0,0015			
0,2811	-0,0202	0,0134	0,2083	0,2084	0,0968	-0,0084	-0,0084	-0,0946	-0,0946			
-0,1145	-0,2563	0,0519	0,0887	0,0965	-0,5151	0,0873	-0,1275	0,1776	0,3959			
-0,3367	-0,3438	-0,5991	-0,4842	-0,0573	-0,4346	-0,3322	0,0842	0,4418	0,0140			
-0,8562	-0,2549	-0,8786	-0,8786	-0,3694	-0,6559	-0,7342	-0,0755	-0,0755	-0,2092			
-0,7166	-0,4560	-1,6009	0,7994	-0,0741	0,3712	-0,1644	-0,1644	-0,1644	-0,1644			

Окончание табл. 2

Зависимые переменные		Константы и независимые переменные уравнений (1)									
		a ₀	a ₁ X ₁	a ₂ X ₂	a ₃ X ₃	a ₄ X ₄	a ₅ X ₅	a ₆ X ₆	a ₇ X ₇	a ₈ X ₈	a ₉ X ₉
Константы и независимые переменные уравнений (1)											
a ₁ (lnA)	a ₂ (lnA) ²	a ₃₁ (lnM)	a ₃₄ (lnD)	a ₃₅ (lnN)	a ₃₆ (lnH)	a ₃₇ (lnP _S)	a ₃₈ (lnP _F /M)	R ²	SE		
0,0865	-	0,8906	0,1295	0,0947	0,0746	-	-	0,981	0,136		
-	-	-	-0,1344	-	-0,2714	0,8972	-	0,841	0,248		
-0,3412	-	-	-	-0,2339	-1,2725	-	-	0,835	0,329		
-	-	-	0,5296	-0,0927	-0,5427	-	0,6430	0,763	0,278		
1,0185	-0,1042	-	0,2318	-0,0777	-0,8519	-	-	0,629	0,269		
0,8984	-	-	-1,9981	-1,0051	-1,4007	-	-	0,706	0,857		

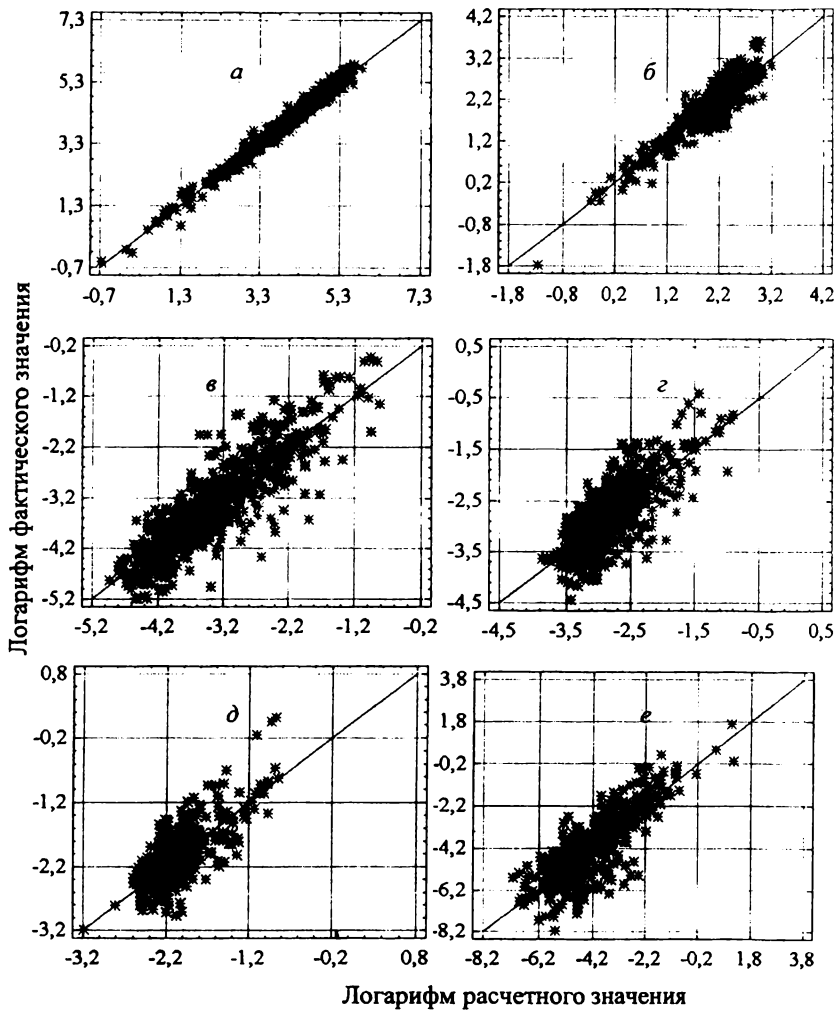


Рис. 2. Соотношение фактических и расчетных значений P_S , P_{SB} , P_F/M , P_B/M , P_R/M , P_U/M , соответственно а, б, в, г, д, е, полученных по уравнению (1). Обозначения см. в тексте

что продуктивность древостоя определяется по соотношению его возраста и высоты. Поэтому в качестве базовой нами принята зависимость $H = f(A)$, дифференцированная по регионам блоковыми фиктивными переменными. Региональные особенности зависимости $D = f(A, H)$ характеризуются также соответствующим набором констант при блоковых переменных, и эти зависимости накладываются в рекурсивной последовательности на различия регионов по зависимости $H = f(A)$. Далее региональные различия зависимости $N = f(A, H, D)$ кумулятивно накладываются на предыдущий результат, и завершается последовательность соотношением $M = f(H, D, N)$. Таким образом, рекурсивный принцип регрессионного моделирования обеспечивает последовательное накопление региональных различий в возрастной динамике массообразующих показателей и запасов стволовой древесины по цепочке взаимозависимых уравнений:

$$\ln H = f(X_0, \dots, X_{30}, \ln A) \rightarrow \ln D = f(X_0, \dots, X_{30}, \ln A, \ln H) \rightarrow \ln N = f(X_0, \dots, X_{30}, \ln A, \ln H, \ln D) \rightarrow \ln M = f(X_0, \dots, X_{30}, \ln A, \ln H, \ln D, \ln N). \quad (2)$$

Результаты расчета констант уравнений (2) сведены в табл. 3, и их независимые переменные объясняют 76-95 % изменчивости массообразующих показателей и запаса стволов. Соотношения между фактическими и расчетными значениями массообразующих показателей естественных сосняков, а также их запасов стволовой древесины (рис. 3) свидетельствуют о достаточно хорошей аппроксимации фактических данных уравнениями (2) и об отсутствии корреляции остатков.

Если с помощью системы уравнений (1) оценивается степень региональных различий в структуре фитомассы при условии равенства массообразующих показателей, то система (2) определяет степень региональных различий самих массообразующих показателей, накапливая вклад каждого из них в конечный результат – запас стволов. Таким образом, региональные различия запасов фитомассы раскладываются на две составляющие, которым соответствуют две рекурсивные системы уравнений.

Последовательным табулированием рекурсивных систем уравнений (2) и (1) (см. табл. 2 и 3) по задаваемым значениям возраста получены возрастные тренды всех массообразующих показателей и запасов фитомассы по каждому региону. На рис. 4 выведены взятые из упомянутых возрастных трендов региональные соотношения фракционной структуры фитомассы естественных сосняков в возрасте 100 лет. Их анализ подтверждает наличие профиля продуктивности по широтному градиенту. В Скандинавско-Русской провинции общая фитомасса сосны обыкновенной закономерно изменяется от таежной до степной зон, составляя в тайге, хвойно-широколиственных лесах, широколиственных лесах и степи соответственно 166, 196, 212 и 136 т/га, а далее к югу, в субтропиках Причерноморской провинции, возрастает до 337 т/га, вдвое превышая аналогичный показа-

Таблица 3

Характеристика уравнений (2) для естественных сосняков

Зависимые переменные	Константы и независимые переменные уравнений (2)									
	a_0	$a_1 X_1$	$a_2 X_2$	$a_3 X_3$	$a_4 X_4$	$a_5 X_5$	$a_6 X_6$	$a_7 X_7$	$a_8 X_8$	$a_9 X_9$
$\ln(H)$, м	-2,7293	0,8653	-0,0379	-0,1285	0,0062	0,0903	0,1085	0,1194	-0,5966	-0,1100
$\ln(D)$, см	0,1951	0,6632	0,2889	-0,1746	-0,0143	-0,0173	-0,0180	0,2239	-0,0985	-0,2176
$\ln(N)$, тыс.шт/га	3,835	-0,3502	-0,0114	-0,2067	-0,2922	-0,1878	-0,1964	-0,3829	-0,2630	-0,4329
$\ln(M)$, м ² /га	-1,2711	-0,4017	-1,0056	-0,0762	-0,1512	-0,1205	-0,0618	-0,0749	-0,0831	-0,0297
Константы и независимые переменные уравнений (2)										
$a_{10} X_{10}$	$a_{11} X_{11}$	$a_{12} X_{12}$	$a_{13} X_{13}$	$a_{14} X_{14}$	$a_{15} X_{15}$	$a_{16} X_{16}$	$a_{17} X_{17}$	$a_{18} X_{18}$	$a_{19} X_{19}$	
0,0992	-0,0963	-0,1275	-0,4954	-0,2375	-0,1680	-0,3854	0,0011	0,0795	-0,2287	
-0,1284	0,0700	0,2432	-0,1045	-0,1092	-0,1825	-0,0748	-0,1528	-0,2167	-0,1456	
-0,2555	-0,1611	0,1135	-0,3483	-0,0663	0,0670	-0,2859	-0,0248	-0,0891	0,1353	
-0,0952	0,1756	-0,1238	-0,3542	-0,0880	-0,0469	-0,0756	0,0054	0,1574	-0,0517	
Константы и независимые переменные уравнений (2)										
$a_{20} X_{20}$	$a_{21} X_{21}$	$a_{22} X_{22}$	$a_{23} X_{23}$	$a_{24} X_{24}$	$a_{25} X_{25}$	$a_{26} X_{26}$	$a_{27} X_{27}$	$a_{28} X_{28}$	$a_{29} X_{29}$	
-0,4354	-0,3629	-0,0811	-0,7700	-0,3796	-0,1056	-0,0428	0,1229	0,3313	-0,4630	
-0,0197	-0,1293	-0,2201	-0,0522	-0,1124	-0,1076	-0,0575	-0,0347	0,0643	0,2126	
-0,4878	-0,4742	-0,1498	-0,0782	-1,0362	0,4684	0,3225	-0,1603	0,1980	0,2531	
-0,0333	-0,0968	-0,0983	0,0029	-0,2653	-0,4887	0,0919	-0,0242	-0,0168	-0,0246	
Константы и независимые переменные уравнений (2)										
$a_{30} X_{30}$	$a_{31} (\ln A)$	$a_{32} (\ln A)^2$	$a_{33} (\ln D)$	$a_{34} (\ln N)$	$a_{35} (\ln H)$	$a_{36} (\ln H)^2$	R^2	SE		
-0,1759	2,0614	-0,1746	-	-	-	-	0,756	0,292		
0,2214	-	0,0350	-	-	0,5267	0,0783	0,930	0,192		
0,5342	-0,1808	-	-2,2026	-	1,6202	-0,1241	0,903	0,380		
0,2777	0,0627	-	0,8591	0,6679	1,3900	-	0,948	0,222		

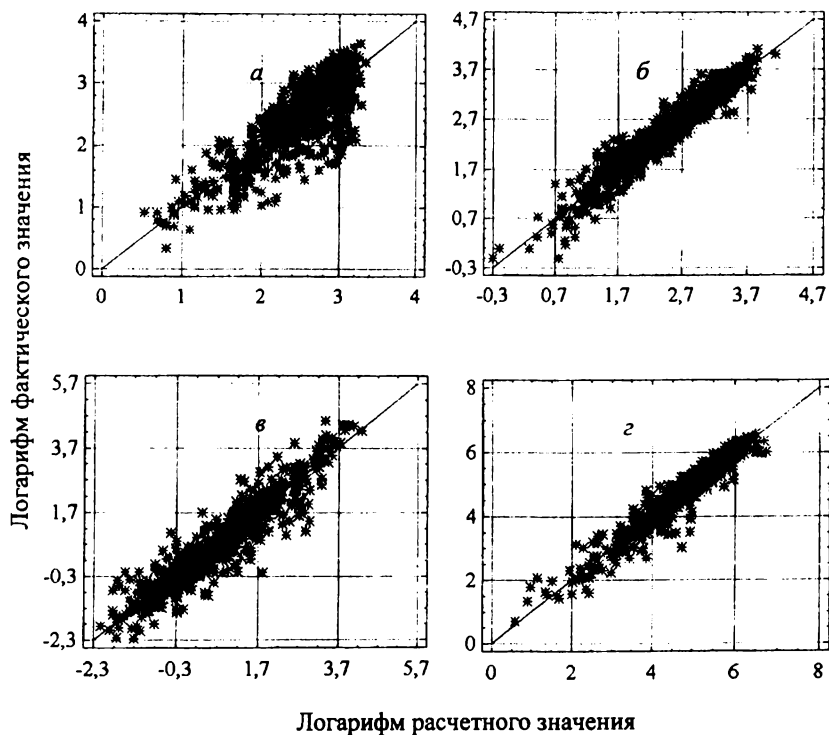


Рис. 3. Соотношение фактических и расчетных значений H , D , N , M , соответственно a , $б$, $в$, $г$, полученных по уравнению (2). Обозначения см. в тексте

тель таежной зоны. На Востоке Русской равнины фитомасса по зональному градиенту изменяется также в соответствии с классическим профилем продуктивности, составляя в подзонах средней тайги, южной тайги, широколиственных лесов и степи соответственно 105, 190, 164 и 136 т/га. Примерно та же картина, но в более узком зональном диапазоне, от северной до южной тайги наблюдается в Уральской провинции (Уральский меридиан): происходит нарастание фитомассы соответственно от 83 до 182 т/га, несколько снижаясь в казахстанских степях (до 172 т/га). Закономерно увеличивается фитомасса сосняков в Западно-Сибирской провинции от 90 т/га в средней тайге до 257 т/га в лесостепи, снижаясь далее к югу до 172 т/га. Характерная закономерность профиля продуктивности имеет место и в Средне-Сибирской провинции: нарастание фитомассы в подзонах северной, средней и южной тайги (соответственно 91, 94 и 166 т/га)

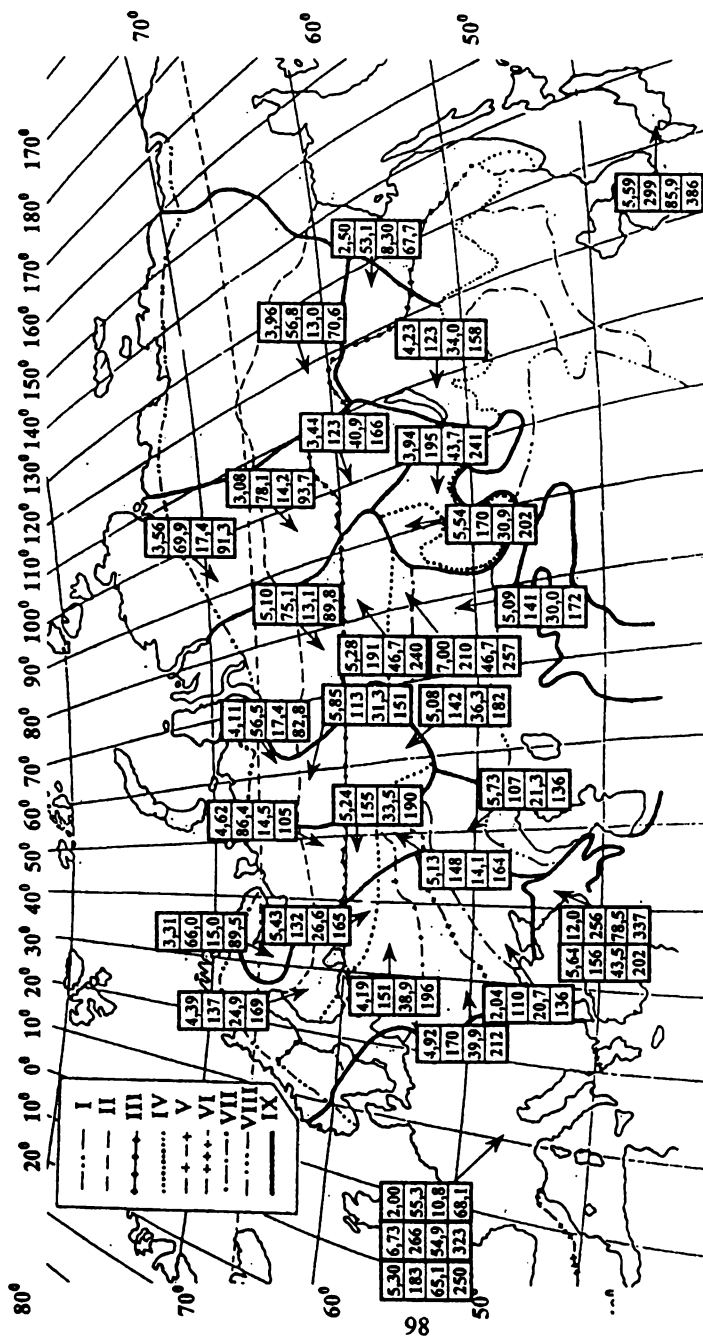


Рис. 4. Фитомасса 100-летних естественных сосняков в регионах Северной Евразии. Цифры в колонках (сверху вниз) означают фракции фитомассы соответственно: хвоя, надземная, корни и общая. Выделенные регионы соответствуют таковым на рис. 1

с некоторым снижением (до 158 т/га) в более жестких климатических условиях Забайкалья.

Наибольшими запасами фитомассы характеризуется сосна густоцветная в субтропиках Японии (386 т/га) и сосна приморская в подзоне широколиственных лесов Западной Европы (323 т/га). По сравнению с последней у сосны черной на сухих песках Венгрии фитомасса вдесятеро меньше.

Поскольку довольно многочисленные схемы изолиний континентальности, предложенные разными авторами (Полозова, 1954; Хромов, 1957; Tuhkanen, 1984), имеют одно общее свойство: показывают максимальное значение континентальности в районе Якутска с постепенным ее снижением как в западном, так и в восточном направлениях, региональный анализ распределения фитомассы естественных сосняков мы выполнили с использованием схемы изолиний континентальности, построенной по С. П. Хромову (1957) и показанной ранее (Усольцев, Грибенников, 2001). С этой схемы для всех регионов сняты значения индексов континентальности и сопоставлены с соответствующими показателями надземной и общей фитомассы сосняков (рис. 5), взятыми из схемы на рис. 4 (с исключением регионов полярного пояса).

При таком сопоставлении хорошо прослеживается связь изменения надземной (P_{abo} , т/га) и общей (P_{tot} , т/га) фитомассы с индексом континентальности IC , описываемая уравнениями

$$\ln P_{abo} = 4,2065 + 1,3652 (\ln IC) - 0,2907 (\ln IC)^2; R^2 = 0,555 \quad (3)$$

$$\ln P_{tot} = 4,5857 + 1,3094 (\ln IC) - 0,2866 (\ln IC)^2; R^2 = 0,573, \quad (4)$$

которые действительны при $IC > 20$. Таким образом, индекс континентальности климата объясняет изменчивость надземной фитомассы сосны на 56 и общей на 57 %. Результаты их табулирования (табл. 4) показывают, что по мере возрастания индекса континентальности от 20 до 90 % происходит последовательное снижение запасов надземной и подземной фитомассы соответственно с 295 до 87 и с 84 до 20 т/га, а отношение подземной фитомассы к надземной в исследованном диапазоне индекса континентальности остается практически стабильным (около 0,25).

Таблица 4
Зависимость запасов фитомассы естественных сосняков Северной Евразии в возрасте 100 лет от индекса континентальности климата

Фракции фитомассы	Индекс континентальности							
	20	30	40	50	60	70	80	90
Надземная P_{abo} , т/га	295	241	197	163	137	116	100	87
Подземная P_{root} , т/га	84	65	52	42	34	29	24	20
Отношение $P_{root} : P_{abo}$	0,28	0,27	0,26	0,26	0,25	0,25	0,24	0,23

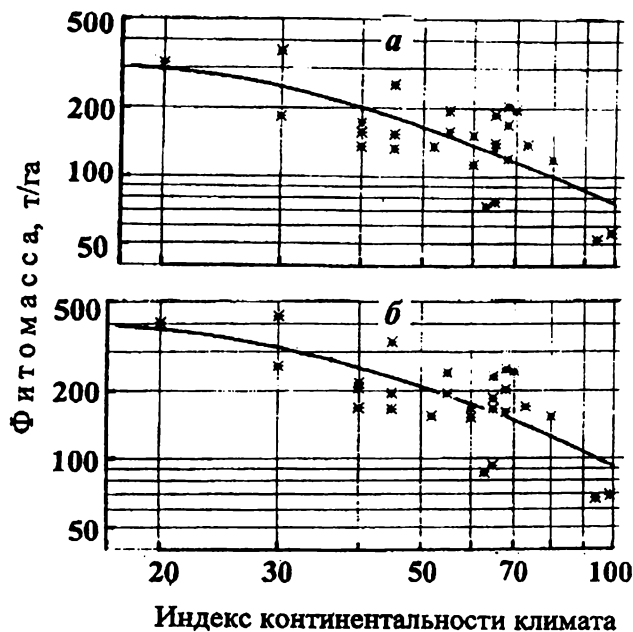


Рис. 5. Связь показателей надземной (а) и общей (б) фитомассы 100-летних естественных сосняков с индексом континентальности климата, по С.П. Хромову (1957)

Таким образом, подтверждено наличие профиля продуктивности по широтному градиенту и установлена общая тенденция: увеличение абсолютного показателя фитомассы сосны в направлении от северных широт к южным, но до некоторого предела, приходящегося на подзону широколиственных лесов в Восточной Европе и на лесостепь в Западной Сибири. Далее к югу тенденция нарушается, что связано с большим разнообразием лесорастительных условий в горных провинциях – Причерноморской, Кавказско-Малоазиатской, Памиро-Тяньшаньской и Алтае-Саянской.

Впервые для естественных сосняков Северной Евразии на фактическом материале выявлено изменение запасов фитомассы не только по зональному, но и по провинциальному градиенту в связи с индексом континентальности климата, которая характеризуется коэффициентом детерминации 0,56-0,57.

ЛИТЕРАТУРА

Базилевич Н.И., Родин Л.Е. Картограммы продуктивности и биологического круговорота главнейших типов растительности суши // Изв. ВГО. 1967. Т. 99. № 3. С. 190-194.

Дрейпер Н., Смит Г. Прикладной регрессионный анализ. М.: Статистика, 1973. 392 с.

Иноземцев В. Л. Кризис Киотских соглашений и проблема глобального потепления климата // Природа. 2002. № 1. С. 20-29.

Коротков И.А. Закономерности распределения лесов в Монгольской народной республике (География и типология) // Леса Монгольской народной республики. М.: Наука, 1978. Т. 11. С. 36-46.

Курнаев С.Ф. Лесорастительное районирование СССР. М.: Наука, 1973. 203 с.

Полозова Л. Г. О характеристике континентальности климата // Изв. ВГО. 1954. Т. 86. № 5. С. 412-422.

Смагин В.Н. и др. Лесохозяйственное районирование Сибири // Лесные растительные ресурсы Сибири. Красноярск: ИЛИД СО АН СССР, 1978. С. 5-23.

Усольцев В.А., Грибенников А.Н. Биологическая продуктивность рода *Populus* в связи с континентальностью климата и природной зональностью Евразии // Леса Урала и хоз-во в них. Екатеринбург: УГЛТУ, 2001. Вып. 21. С. 171- 186.

Хромов С.П. К вопросу о континентальности климата // Изв. ВГО. 1957. Т. 89. № 3. С. 221-225.

Tuhkanen S. A circumboreal system of climatic-phytogeographical regions // Acta Bot. Fennica. 1984. Vol. 127. P. 1-50.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (гранты № 00-05-64532 и 01-04-96424)